

Олимпиада «Физтех» по физике, 10 класс

Вариант 10-04

Класс 10

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

1. Мальчик бросает железный шарик с вышки со скоростью $V_0 = 8$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. В полете шарик все время приближался к горизонтальной поверхности Земли и упал на нее со скоростью $2,5V_0$.

- 1) Найти вертикальную компоненту скорости шарика при падении на Землю.
- 2) Найти время полета шарика.
- 3) Найти горизонтальное смещение шарика за время полета.

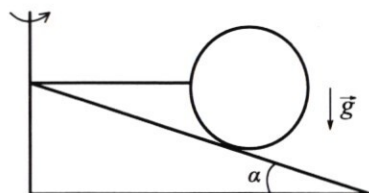
Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На противоположных концах тележки массы M , находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, стоят два ученика одинаковой массы m каждый. Вначале система неподвижна. Один ученик бросает мяч, а другой ловит. Масса мяча m_1 . После броска тележка движется со скоростью V_1 . Продолжительность полета мяча T . Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

- 1) Найдите горизонтальную проекцию скорости V_0 мяча (относительно поверхности, на которой находится тележка) в процессе полета.
- 2) Найдите длину L тележки.
- 3) Найдите скорость V_2 тележки после того, как второй ученик поймает мяч.

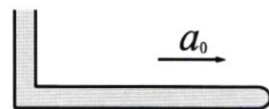
3. Однородный шар массой m и радиусом R находится на гладкой поверхности клина, наклоненной под углом α к горизонту (см. рис.). Шар удерживается горизонтально натянутой нитью, привязанной к вершине клина.

- 1) Найти силу натяжения нити, если система покоится.
- 2) Найти силу натяжения нити, если система вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через вершину клина.



4. Тонкая Г-образная трубка с горизонтальным коленом, закрытым с одного конца, и вертикальным коленом высотой $H = 48$ мм, открытым в атмосферу, заполнена полностью ртутью (см. рис.). Если трубку двигать (в плоскости рисунка) с ускорением, не большим некоторого a_0 , то ртуть из трубки не выливается.

- 1) Найти давление P_1 внутри трубки в точке А, находящейся от вертикального колена на расстоянии $1/2$ длины горизонтального колена, если трубка движется с ускорением a_0 .
- 2) Найти давление P_2 в точке А, если трубка движется с ускорением $0,25a_0$.
- 3) Найти давление P_3 вблизи закрытого конца трубки, если она движется с ускорением $0,3a_0$.



Атмосферное давление $P_0 = 752$ мм рт. ст. Давлением насыщенных паров ртути в условиях опыта пренебречь. Ответы дать в «мм рт. ст.».

5. Поршень делит объем горизонтального герметичного цилиндра на две равные части, в каждой из которых находится вода и водяной пар при температуре $T = 373$ К. Масса воды в каждой части в 4 раза меньше массы пара. Поршень находится на расстоянии $L = 0,4$ м от торцов, площадь поперечного сечения поршня

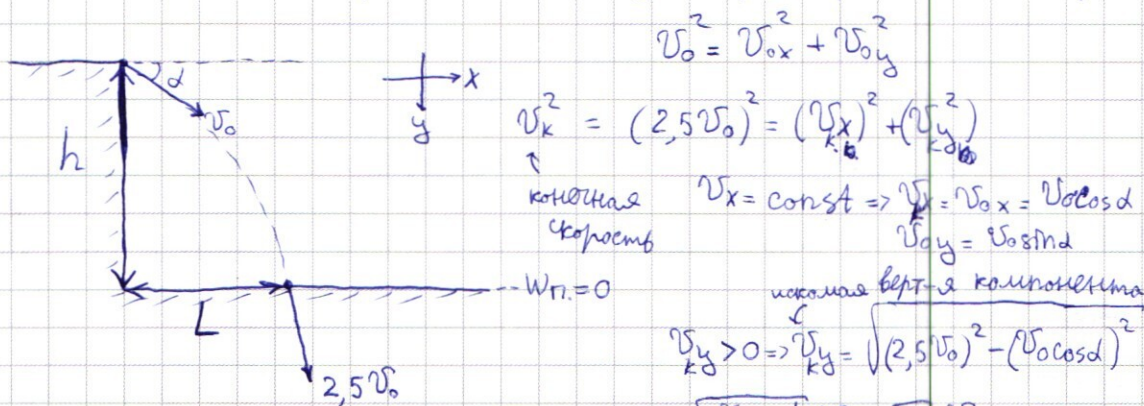
$S = 25$ см². Масса M поршня такова, что $\frac{Mg}{S} = 0,02P_0$, здесь P_0 – нормальное атмосферное давление.

- 1) Найдите массу m воды в каждой части в начальном состоянии.
- 2) Цилиндр ставят на дно (ось цилиндра вертикальна). Найдите приращение Δm массы воды под поршнем к моменту установления равновесного состояния.

Температура в цилиндре поддерживается постоянной. Трение считайте пренебрежимо малым. Молярная масса водяного пара $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Объем воды намного меньше объема пара.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Пл.к. шарик всё время приближается к земле, его бросили не вверх, а вниз:



$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2$$

$$v_k^2 = (2.5v_0)^2 = (v_{kx})^2 + (v_{ky})^2$$

конечная
скорость

$$v_x = \text{const} \Rightarrow v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

исходная верт. компонента

$$v_{ky} > 0 \Rightarrow v_{ky} = \sqrt{(2.5v_0)^2 - (v_0 \cos \alpha)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{25}{4} - \frac{1}{4}} v_0 = \sqrt{6} v_0 = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} v_0 \approx 2.44 v_0 \approx 19.5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta(v_y) = a_y \cdot t = g t \Rightarrow t_{\text{zag}} = \frac{v_{ky} - v_{0y}}{g} = \frac{\sqrt{6} v_0 - v_0 \sin \alpha}{g} = \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \frac{v_0}{g} \approx \left(2.44 - 0.87 \right) \frac{v_0}{g} \approx$$

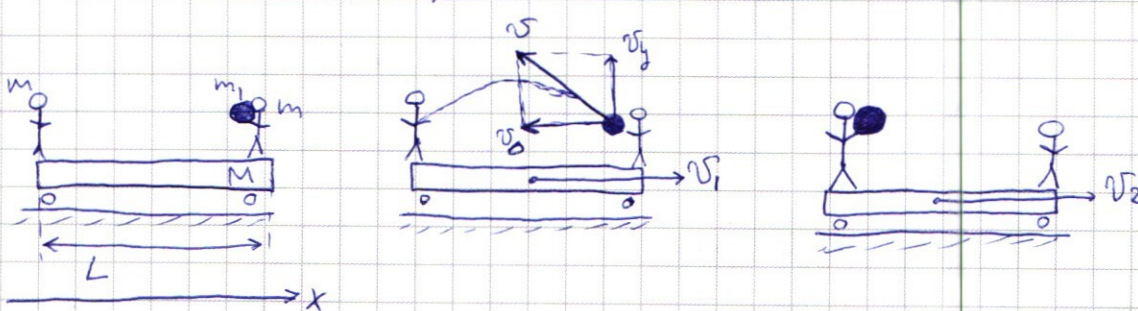
$$= 1.57 \frac{v_0}{g} \approx 1.26 \text{ с}$$

$$L = v_{0x} \cdot t_{\text{zag}} = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{zag}} \approx v_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.57 \frac{v_0}{g} \approx 5.04 \text{ м}$$

Ответ: (1) $v_{ky} = \sqrt{6} v_0 \approx 19.5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; (2) $t_{\text{zag}} = \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \frac{v_0}{g} \approx 1.26 \text{ с}$;

(3) $L = \frac{v_0^2}{2g} \left(\sqrt{6} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 5.04 \text{ м}.$

№2



На сист. «тележка + два мальчика + мяч» действуют $(M + 2m + m_1)g$ вниз и N вверх (сила реакции опоры, на которой находится тележка) $\Rightarrow$ их проекции на Ox равны нулю $\Rightarrow$ $p_{\text{сист}, x} = \text{const} \Rightarrow$ з.с.и. Ox : $0 = (2m + M)v_1 - m_1 v_0 \Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

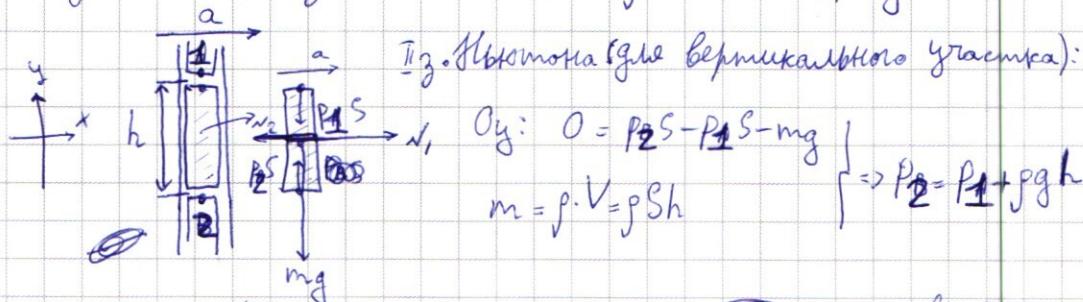
$$BC = l \Rightarrow a_{y.c.} = \omega^2 l$$

$$\left. \begin{array}{l} BC = l \\ AB = R \end{array} \right\} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{R}{l} \Rightarrow l = \frac{R}{\sin \alpha} \Rightarrow T_2 = \frac{m \omega^2 R}{\sin \alpha} + mg \tan \alpha$$

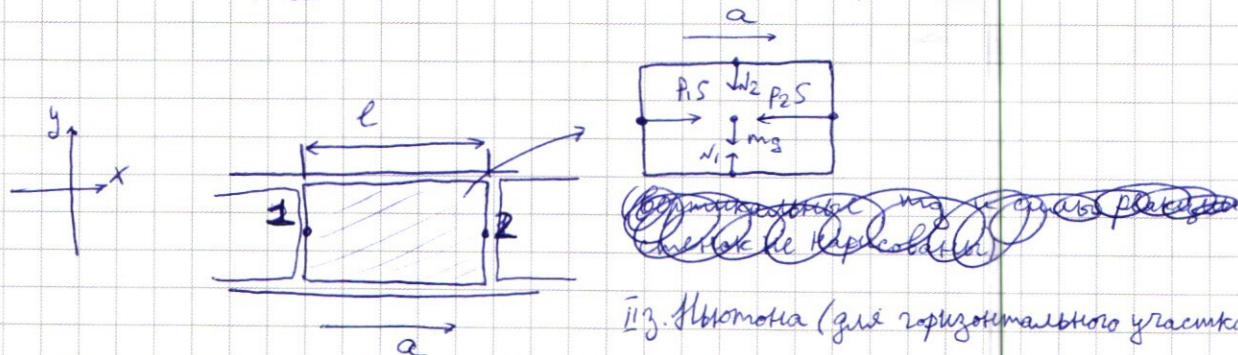
Ответ: (1) $T_1 = mg \tan \alpha$; (2) $T_2 = \frac{m \omega^2 R}{\sin \alpha} + mg \tan \alpha$.

~4

Рассмотрим, как при таком движении меняется давление ~~в~~ в вертикальном и горизонтальном направлениях. Для этого рассмотрим отдельный кусок ртути и запишем для него IIз. Ньютона. ρ — плотность ртути.

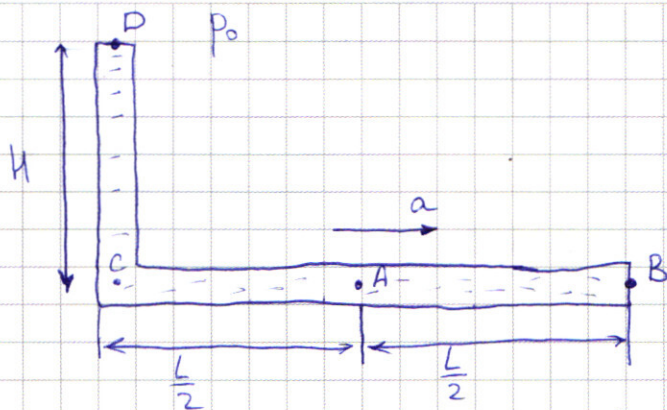


~~Давление в вертикальном направлении не меняется~~



~~Давление в горизонтальном направлении меняется~~

$$P_0 = \rho g h = 752 \text{ мм рт.ст.} \Rightarrow h = 752 \text{ мм}$$



$$P_D = P_C - \rho_g H = P_B + \rho L a - \rho_g H$$

Если ртуть из трубки не выливается,

то $P_D = P_0$, если ртуть выливается,

то $P_D > P_0$ (это очевидно, если рассмотрим бесконечно тонкий слой ртути на уровне D).

Если ртуть выливается, то в т. В образуется вакуум $\Rightarrow$

$$\Rightarrow P_B = 0 \Rightarrow P_0 + \rho L a - \rho_g H > P_0 \Rightarrow \rho L a > \rho_g (h+H) \Rightarrow L a > (h+H)g \Rightarrow \text{максимальная}$$

a , при которой ртуть выливается $a = a_0 \Rightarrow L a_0 = (h+H)g$.

Если ртуть не выливается ($a \leq a_0$) $P_D = P_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_A = P_C - \frac{\rho L}{2} = P_D + \rho_g H - \frac{\rho L}{2} = \rho_g (h+H) - \frac{\rho L}{2}$$

$$P_B = P_A + \frac{\rho L}{2} = \rho_g (h+H)$$

$$P_1 = \rho_g (h+H) - \frac{\rho}{2} \cdot a_0 L = \rho_g (h+H) - \frac{\rho_g (h+H)}{2} = \rho_g \frac{(h+H)}{2} = \frac{752+48}{2} \text{ мм рт.ст.} = 400 \text{ мм рт.ст.}$$

$$P_2 = \rho_g (h+H) - \frac{\rho}{2} \cdot 0,25 a_0 L = \rho_g (h+H) - \frac{\rho_g (h+H)}{8} = \frac{7}{8} \rho_g (h+H) = \frac{7}{8} (752+48) \text{ мм рт.ст.} = 700 \text{ мм рт.ст.}$$

$$P_3 = \rho_g (h+H) - \rho \cdot 0,3 a_0 L = \rho_g (h+H) - \frac{3}{10} \rho_g (h+H) = \frac{7}{10} \rho_g (h+H) = \frac{7}{10} (752+48) \text{ мм рт.ст.} = 560 \text{ мм рт.ст.}$$

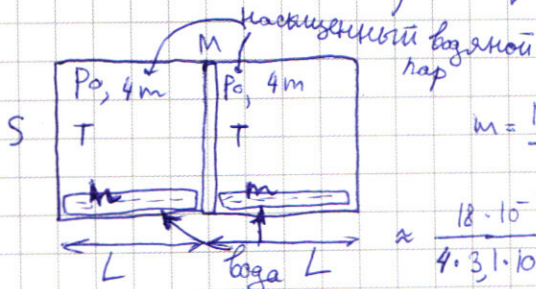
Ответ: (1) $P_1 = 400 \text{ мм рт.ст.}$; (2) $P_2 = 700 \text{ мм рт.ст.}$; (3) $P_3 = 560 \text{ мм рт.ст.}$

№ 5

$T = 373 \text{ K} \Rightarrow t = 100^\circ \text{C}$ ~~при такой температуре~~ $\Rightarrow$ при такой температуре давление насыщен-
ных водяных паров $P = P_0 = 10^5 \text{ Па}$. Если смесь воды и водяного пара в равновесии,
то пар насыщенный $\Rightarrow$ изначальное $P_{\text{слева}} = P_{\text{справа}} = P_0$

$V_{\text{воды}} < V_{\text{вод. пара}} \Rightarrow V_{\text{слева}} = V_{\text{справа}} = SL$
Уравнение Менделеева-Клапейрона: $PV = \nu RT$

$$\Rightarrow V_{\text{слева}} = V_{\text{справа}} = \frac{m_{\text{газа}}}{\mu} = \frac{4m}{\mu} = \frac{P_0 \cdot SL}{RT} \Rightarrow m = \frac{P_0 \cdot SL \cdot \mu}{4RT}$$



Поставим всё в СЛ:

$$m = \frac{10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 8,31 \cdot 373} = \frac{18}{4 \cdot 8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-1} \text{ кг} \approx$$

$$\approx \frac{18 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 3,1 \cdot 10^3} \text{ кг} \approx 0,145 \text{ г.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тока в какой-то части (у нас ~~две~~ две части — выше поршня и ниже поршня) есть и вода, и водяной пар,

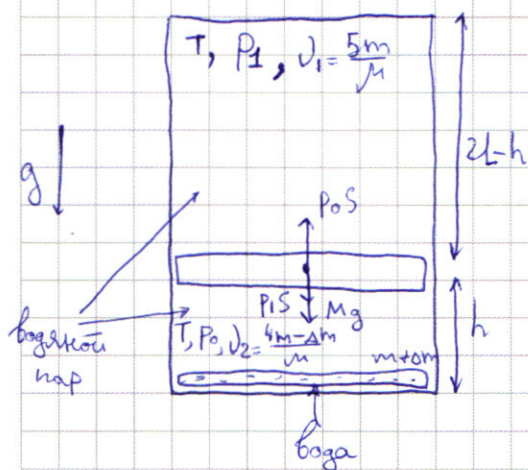
в этой части $p_{\text{пара}} = p_0 = \text{const}$
По условию $T = \text{const}$ $\Rightarrow$ (т.к. $pV = \nu RT$) $\frac{V}{\nu} = \text{const} \Rightarrow$ во сколько раз
увеличился объём, во столько раз стало больше кол-во
(а следовательно и масса) пара ~~в~~ в этой части.

Когда мы ставим сосуд вертикально на него сверху действует $p_0 S$, а
вниз $p_0 S$, ~~масса~~ $m_{\text{возд.сверху}} g$ и $Mg \Rightarrow$ поршень
начнёт двигаться вниз $\Rightarrow$ объём верхней части увеличивается
и вода кипит, а объём нижней части уменьшается и вода
конденсируется. Тока вся вода сверху не выкипит.

$F_{\text{на поршень вниз}} - F_{\text{на поршень вверх}} = p_0 S + m_{\text{возд.сверху}} g + Mg - p_0 S > 0 \Rightarrow$ поршень
опускается вниз. Если вся вода сверху выкипит, масса водяного
пара $4m + m = 5m \Rightarrow$ увеличилась в $\frac{5}{4}$ раз $\Rightarrow$ объём верхней части $\frac{5}{4} Sl \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ объём нижней части $\frac{3}{4} Sl \Rightarrow$ ~~в~~ вода сверху выкипит раньше, чем
сконденсируется в вода в нижней части (т.к. $V_{\text{воды}} \ll V_{\text{пара}} \Rightarrow$ если

~~в~~ вся вода сконд-се $V_{\text{воды}} \ll \frac{3}{4} Sl$). Тока испарение всей воды
сверху при увеличении объёма верхней части, уменьшается давление
(т.к. $pV = \frac{5m}{\nu} RT = \text{const}$) $\Rightarrow$ ~~когда-то~~ когда-то наступит положение равновесия.

~~когда наступит положение равновесия,~~
ещё не вся вода снизу конденсируется, т.к. $Mg + p_0 S \frac{5}{4} Sl =$
 $= 0,02 p_0 S + 0,625 p_0 S = 0,645 p_0 S < p_0 S.$



Усл. равн. поршней:

$$P_0 S = P_1 S + Mg \Rightarrow P_1 S = P_0 S - Mg = 0,98 P_0 S$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 S(2L-h) = \frac{5m}{\mu} RT \Rightarrow P_0 S(2L-h) = \frac{5m}{\mu} RT \cdot \frac{100}{98} \approx 5,1 \frac{mRT}{\mu} \Rightarrow$$

$$P_0 S h = \frac{4m - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\Rightarrow 2 P_0 S L = \frac{9,1m - \Delta m}{\mu} RT \Rightarrow$$

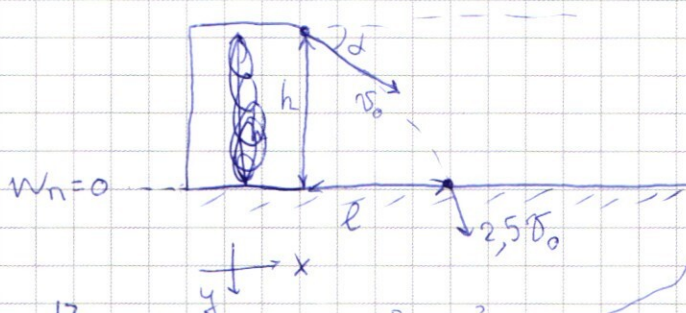
$$\Rightarrow \Delta m = -\frac{2 P_0 S L \mu}{RT} + 9,1m = 9,1m - 8m = 1,1m = 1,1 \frac{P_0 S L \mu}{4RT} \approx 0,160 \text{ г.}$$

Ответ: (1) ~~0,145 г~~; (2) $\Delta m = 0,160 \text{ г.}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Прим. $\Rightarrow$ спускаем вниз

№1



ЗСЭ:

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(2.5v_0)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{25}{4} - 1 \frac{v_0^2}{g} = \frac{21}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{1.3}{1.63}$$

$$y: h = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g} \Rightarrow v_y = \sqrt{2gh + v_{0y}^2} = \sqrt{\frac{21}{4} v_0^2 + (v_0 \sin 60^\circ)^2} =$$

$$v_y = \sqrt{2} \cdot v_0 = 2.44 \quad \frac{v_0}{2} = 0.87$$

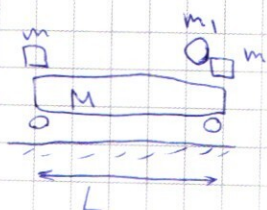
$$= \sqrt{\frac{21}{4} + \frac{3}{4}} v_0 = \sqrt{\frac{24}{4}} v_0 = \sqrt{6} v_0 \approx 2.44 v_0 \approx 1.3 \frac{v_0}{g}$$

$$t_{\text{tag}} = \frac{v_y - v_{0y}}{g} = \frac{2.44 - 0.87}{g} \approx \frac{1.57}{g} v_0 \approx 1.3 \frac{v_0}{g}$$

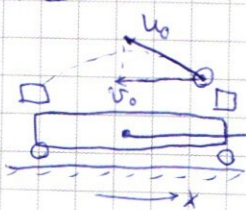
$$h = \frac{21.8}{10} = 6.8 \text{ м}$$

$$L = v_{0x} \cdot t_{\text{tag}} = v_0 \cos \alpha \cdot t_{\text{tag}} = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.3 \text{ м} = 5.2 \text{ м}$$

$$\sqrt{\left(\frac{5}{2} v_0\right)^2 - \left(\frac{1}{2} v_0\right)^2} = \sqrt{\frac{24}{4}} v_0 = \sqrt{6} v_0$$



№2



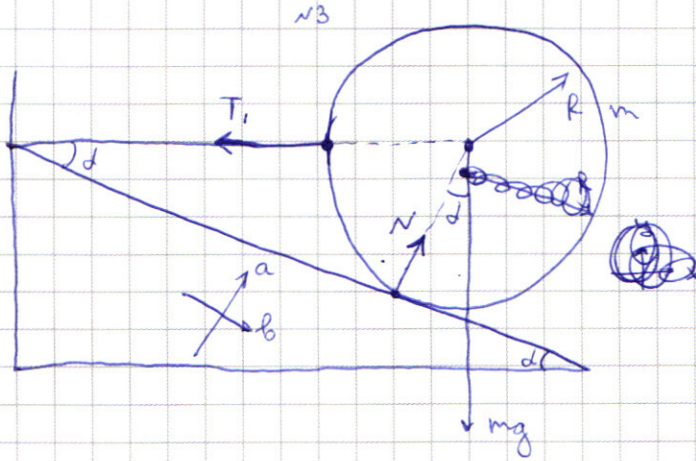
ЗСЭ: $O_x: 0 = (m+M)v_1 - m_1 v_0 \Rightarrow$

$$v_0 = \frac{2m+M}{m_1} v_1$$

$$T = \frac{L}{v_0 + v_1} \Rightarrow L = T \cdot \frac{2m+m_1+M}{m_1} v_1$$

ЗСЭ для сист. $O_x: 0 = (2m+m_1+M)v_2 \Rightarrow v_2 = 0$

(1)



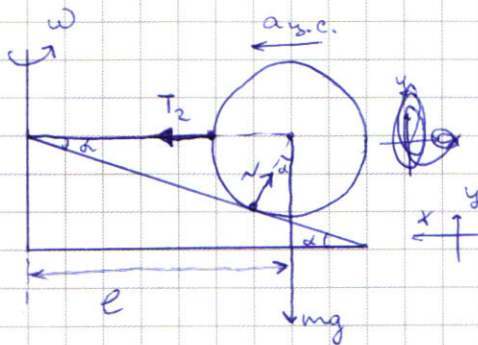
$\vec{N}$ и $\vec{mg}$ в центре
 $\Rightarrow T_1$ тоже в центре

Ув. равн:

$$Ob: mg \sin \alpha = T_1 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = mg \tan \alpha$$

(2)



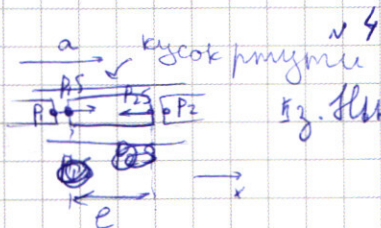
Уз. движения: $Ox: ma_{y.c.} = T_2 - N \sin \alpha$
 $Oy: 0 = N \cos \alpha - mg$

$$a_{y.c.} = \omega^2 l$$

$$l = \frac{R}{\sin \alpha}$$

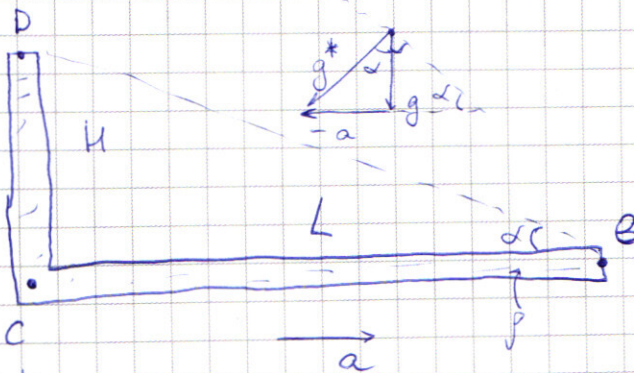
$$\Rightarrow \frac{m \omega^2 R}{\sin \alpha} = T_2 - mg \tan \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{m \omega^2 R}{\sin \alpha} + mg \tan \alpha$$



Уз. движения: $Ox: ma = p_1 S - p_2 S \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_2 = p_1 - \rho l a$$



$$p_0 = p_c - \rho g H = p_B + \rho L a - \rho g H$$

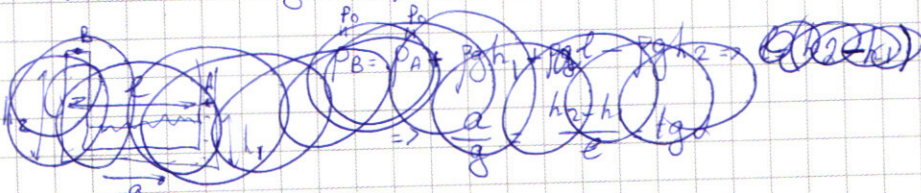
Выводится, если $p_D \geq p_0$

$$\Rightarrow p_B + \rho L a \geq p_0 + \rho g H$$

Если выливается, $p_B = 0$

$$\Rightarrow \rho L a_0 = p_0 + \rho g H \Rightarrow L a_0 = \frac{p_0 + \rho g H}{\rho}$$

$$h = 752 \text{ мм} \Rightarrow L a_0 = g(h + H)$$

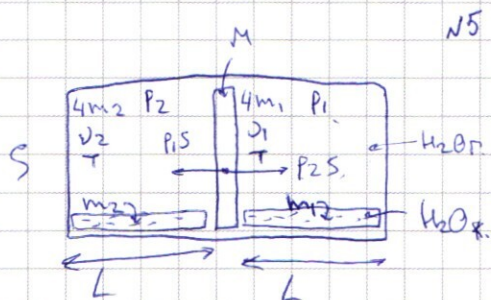


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$P_1 = P_0 + \rho g H - \rho \cdot \alpha_0 \cdot \frac{L}{2} = \rho g (h+H) - \frac{\rho g (h+H)}{2} = \rho g \frac{h+H}{2} = \frac{48+752}{2} \text{ мм рт.ст.} = 400 \text{ мм рт.ст.}$$

$$P_2 = P_0 + \rho g H - \rho \cdot \frac{\alpha_0}{4} \cdot \frac{L}{2} = \rho g (h+H) - \rho g \frac{h+H}{8} = \frac{7}{8} \rho g (h+H) = \frac{7}{8} \cdot (48+752) \text{ мм рт.ст.} = 700 \text{ мм рт.ст.}$$

$$P_3 = P_0 + \rho g H - \rho \cdot \frac{3\alpha_0}{10} \cdot \frac{L}{2} = \rho g (h+H) - \frac{3}{10} \rho g (h+H) = \frac{7}{10} \rho g (h+H) = \frac{7}{10} \cdot (48+752) \text{ мм рт.ст.} = 560 \text{ мм рт.ст.}$$



Уср. равн.:

$$P_1 S = P_2 S \Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{J_1 R T}{S L} = \frac{J_2 R T}{S L} \Rightarrow J_1 = J_2 = J \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4m_1 = 4m_2 = \mu \cdot V = 4m \cdot \mu$$

$$\Rightarrow m = \frac{\mu V}{4} = \frac{\rho_0 S L \cdot \mu}{4 R T} \Rightarrow$$

$$T = T_{\text{кип}} \Rightarrow P_1 = P_2 = P_{\text{атмосф.}} = P_0 \Rightarrow \rho_0 \cdot S L = J R T$$

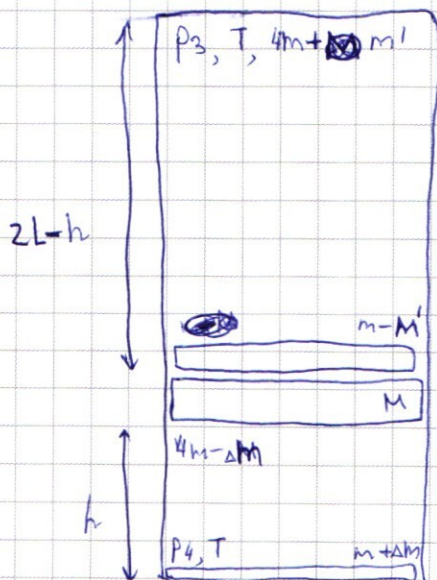
$$\Rightarrow m = \frac{10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 8,31 \cdot 373} \text{ кг} = \frac{18}{4 \cdot 8,31 \cdot 373} \cdot 10^{-1} \text{ кг} \approx \frac{18 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 3,1 \cdot 10^3} \text{ кг} \approx 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 8,31 \\ \hline 3003,63 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \quad 31 \\ - 156 \quad 577 \\ \hline 240 \\ - 217 \\ \hline 230 \\ - 213 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5814 \\ - 4195 \\ \hline 180 \\ - 180 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$= 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$



$$\text{Уср. равн.: } P_3 S + (m - m') g + M g = P_4 S$$

$$P_3 S (2L - h) = \frac{4m + m'}{RT}$$

$$P_4 S h = \frac{4m - m'}{RT}$$

$$P_4 = P_3 = P_0 \Rightarrow (m - m') g + M g = 0 - \text{не может быть} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ весь пар внизу конденсируется или

$\Rightarrow m = 4m = 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$, пар сверху конденсируется

Второе произойдет раньше.

$$\begin{array}{r} \times 1,41 \\ 1,73 \\ + 423 \\ + 987 \\ 141 \\ \hline 24393 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,44 \\ 8 \\ \hline 19,52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,87 \\ 0,87 \\ + 603 \\ + 696 \\ \hline 0,7569 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,57 \\ 8 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,26 \\ 4 \\ \hline 5,04 \end{array}$$

$$\frac{5}{0,98} = \frac{5}{\frac{49}{50}} = \frac{250}{49} \approx 5,1$$

$$p_3 S + M_g = p_0 S \Rightarrow p_3 S = p_0 S - M_g = 0,98 p_0 S$$

$$(2L-h) p_3 S = \frac{5m}{\mu} RT \Rightarrow 0,98 p_0 S (2L-h) = \frac{5m}{\mu} RT \Rightarrow p_0 S (2L-h) = 5,1 \frac{mRT}{\mu}$$

$$p_0 S h = \frac{4m - \Delta m}{\mu} RT \Rightarrow p_0 S h = \frac{4m - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\Rightarrow 2 p_0 S L = \frac{9,1m - \Delta m}{\mu} RT =$$

$$\Rightarrow \Delta m = \frac{-2 p_0 S L \mu}{RT} + 9,1 \frac{p_0 S L \mu}{4RT} = 9,1m - 8m = 1,1m \approx 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 373 \\ + 2493 \\ + 5817 \\ + 2493 \\ \hline 3099,63 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \overline{) 124} \\ - 124 \\ \hline 0 \\ 1,45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 \overline{) 49} \\ - 245 \\ \hline 50 \\ 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,145 \\ 145 \\ + 145 \\ + 145 \\ \hline 0,1595 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,44 \\ 2,44 \\ + 976 \\ + 976 \\ + 976 \\ \hline 59536 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,57 \\ 8 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180 \overline{) 124} \\ - 124 \\ \hline 0 \\ 1,45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,26 \\ 4 \\ \hline 5,04 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 373 \\ + 2493 \\ + 5817 \\ + 2493 \\ \hline 3099,63 \end{array}$$